



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 36 901 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 04 B 1/04
F 04 B 1/00
F 04 B 53/18

②1 Aktenzeichen: 198 36 901.8
②2 Anmeldetag: 14. 8. 1998
④3 Offenlegungstag: 24. 2. 2000

DE 198 36 901 A 1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦4 Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart

⑦2 Erfinder:
Meyer, Klaus, 75382 Althengstett, DE; Schwarz,
Thomas, Dr., 73614 Schorndorf, DE; Huebel,
Michael, Dr., 70839 Gerlingen, DE; Rehbein, Peter,
71254 Ditzingen, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 1 96 35 164 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Radialkolbenpumpe

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Pumpengehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, auf dem ein Polygonring gleitend gelagert ist, dessen von dem exzentrischen Wellenabschnitt abgewandte Oberfläche vorzugsweise mehrere Abflachungen aufweist, an denen jeweils ein bezüglich der Antriebswelle radial angeordneter Kolben mit seinem plattenförmigen Fuß anliegt, wobei der Kolben durch Drehen der Antriebswelle in einer jeweiligen Elementbohrung in radialer Richtung hin- und herbewegbar ist, die dadurch gekennzeichnet ist, dass in den Abflachungen Schmiernuten ausgebildet sind.

DE 198 36 901 A 1

Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Pumpengehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, auf dem ein Polygonring gleitend gelagert ist, dessen von dem exzentrischen Wellenabschnitt abgewandte Oberfläche vorzugsweise mehrere Abflachungen aufweist, an denen jeweils ein bezüglich der Antriebswelle radial angeordneter Kolben mit seinem plattenförmigen Fuß anliegt, wobei der Kolben durch Drehen der Antriebswelle in einer jeweiligen Elementbohrung in radialer Richtung hin- und herbewegbar ist.

Eine derartige Radialkolbenpumpe ist beispielsweise aus der DE 42 16 877 bekannt. Infolge der Exzenterbewegung des exzentrischen Wellenabschnitts führt die Abflachung des Polygonrings im Betrieb der Radialkolbenpumpe eine Bewegung relativ zu dem damit in Anlage befindlichen plattenförmigen Kolbenfuß aus. Dabei tritt infolge von Reibungskräften Verschleiß auf.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Radialkolbenpumpe bereitzustellen, die auch bei hohen zu erzeugenden Drücken eine hohe Lebensdauer aufweist.

Die Aufgabe ist bei einer Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Pumpengehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, auf dem ein Polygonring gleitend gelagert ist, dessen von dem exzentrischen Wellenabschnitt abgewandte Oberfläche vorzugsweise mehrere Abflachungen aufweist, an denen jeweils ein bezüglich der Antriebswelle radial angeordneter Kolben mit seinem plattenförmigen Fuß anliegt, wobei der Kolben durch Drehen der Antriebswelle in einer jeweiligen Elementbohrung in radialer Richtung hin- und herbewegbar ist, dadurch gelöst, dass in den Abflachungen Schmiernuten ausgebildet sind. Die Schmiernuten bilden tragende Schmierfilmreservoirs. Dadurch werden im Betrieb die Reibkräfte reduziert und damit die Schmierungsverhältnisse deutlich verbessert. Gleichzeitig werden die Normalkräfte auf die Kolben reduziert. Somit wird auch der Verschleiß im Bereich des Kolbenschaftes und des Kolbenkopfes vermindert.

Eine besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten parallel oder senkrecht zu der Richtung der Bewegung der jeweiligen Abflachung relativ zu dem zugehörigen Kolben angeordnet sind. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der sogenannten Micronuten wird die hochbelastete Kontaktfläche zwischen den Kolben und den Abflachungen des Polygonrings bezüglich der Schmierungsverhältnisse optimiert.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten von einer Kante der jeweiligen Abflachung ausgehen und sich über die Kontaktfläche Kolben/Abflachung erstrecken. Das liefert den Vorteil, dass der Zutritt des Schmiermittels in die Schmiernuten erleichtert und die Ausbildung eines tragfähigen Schmierfilms verbessert wird.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten abwechselnd von gegenüberliegenden Kanten der jeweiligen Abflachung ausgehen und sich über die Kontaktfläche Kolben/Abflachung erstrecken. Diese Ausführungsart liefert den Vorteil, dass der Zutritt des Schmiermittels in die Schmiernuten und die Ausbildung eines tragfähigen Schmierfilms für beide Drehrichtungen des exzentrischen Wellenab-

schnitts gewährleistet ist.

Weitere besondere Ausführungsarten der Erfindung sind dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten einen rechteckförmigen, einen halbellipsenförmigen oder einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen. Wegen der geringeren Herstellkosten ist der rechteckförmige Querschnitt vorzuziehen.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten eine konstante Tiefe aufweisen. Diese Ausführungsart hat den Vorteil, dass sie einfach und kostengünstig realisiert werden kann.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten eine von der Kante der Abflachung linear abnehmende Tiefe aufweisen. Diese Ausführungsart hat den Vorteil, dass im Bereich der Kante der Abflachung ein großer Querschnitt für den Schmiermittelzutritt zur Verfügung steht. Durch die abnehmende Tiefe der Schmiernut im Kontaktbereich Kolben/Abflachung wird die Ausbildung eines tragfähigen Schmierfilms begünstigt.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten äquidistant auf der jeweiligen Abflachung verteilt sind. Dadurch ist gewährleistet, dass ein tragfähiger Schmierfilm über die gesamte Fläche der Abflachung gleichmäßig ausgebildet wird.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten so auf der jeweiligen Abflachung verteilt sind, dass in der Mitte der Abflachung weniger Schmiernuten angeordnet sind. Dadurch wird die Schwächung der Oberfläche in der Mitte der Abflachung reduziert. Damit wird der im Betrieb auftretenden sehr hohen Flächenpressung in diesem Bereich Rechnung getragen.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten maximal 30% der jeweiligen Abflachung einnehmen. Dieser Grenzwert hat sich in der Praxis als sinnvoll erwiesen. Ein Überschreiten dieses Grenzwertes bringt keine Verbesserung der Schmierungsverhältnisse.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Schnitt quer zur der Antriebswelle einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe;

Fig. 2 die Ansicht eines Schnittes entlang der Linie A-A in **Fig. 1**, wobei die Pfeile die Blickrichtung angeben;

Fig. 3 bis **5** jeweils die Ansicht eines Schnitts entlang der Linie B-B durch die in **Fig. 2** dargestellte Radialkolbenpumpe;

Fig. 6 bis **10** jeweils die Ansicht eines Schnitts entlang der Linie C-C durch die in **Fig. 2** dargestellte Radialkolbenpumpe; und

Fig. 11 bis **13** verschiedene Verteilungen der Schmiernuten gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die in **Fig. 1** im Schnitt dargestellte Radialkolbenpumpe wird insbesondere in Common-Rail-Einspritzsystemen zur Kraftstoffversorgung von Dieselmotoren eingesetzt. Dabei bedeutet "Common-Rail" soviel wie "gemeinsame Leitung". Im Gegensatz zu herkömmlichen Hochdruckeinspritzsystemen, in denen der Kraftstoff über getrennte Leitungen zu den einzelnen Brennräumen gefördert wird, werden die Einspritzdüsen in Common-Rail-Einspritzsystemen

aus einer gemeinsamen Leitung gespeist.

Die in Fig. 1 gezeigte Radialkolbenpumpe umfasst eine in einem Pumpengehäuse 1 gelagerte Antriebswelle mit einem exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt 2. Auf dem exzentrischen Wellenabschnitt 2 ist ein Polygonring 3 vorgesehen, gegenüber dem der exzentrische Wellenabschnitt 2 drehbar ist. Der Polygonring 3 umfasst drei jeweils um 120° zueinander versetzte Abflachungen 4, 5 und 6, gegen die sich jeweils ein Kolben abstützt. Von den insgesamt drei Kolben ist in Fig. 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nur der Kolben 7 dargestellt. Der Kolben 7 ist in einer Elementbohrung 8 zur Antriebswelle in radialer Richtung hin- und herbewegbar aufgenommen und begrenzt einen Zylinder-
raum 9.

Am Fuß des Kolbens 7 ist durch einen Plattenhalter 10 eine Platte 11 angebracht, die an der zugehörigen Abflachung 4 des Polygonrings 3 anliegt. Die in Fig. 1 dargestellte Radialkolbenpumpe dient dazu, Kraftstoff, der von einer Vorförderpumpe aus einem Tank geliefert wird, mit Hochdruck zu beaufschlagen. Der mit Hochdruck beaufschlagte Kraftstoff wird dann in die oben angesprochene gemeinsame Leitung gefördert. Im Förderhub werden die Kolben infolge der Exzenterbewegung des exzentrischen Wellenabschnitts 2, die über den Polygonring 3 auf die Kolben übertragen wird, von der Achse der Antriebswelle weg nach außen bewegt. Im Saughub bewegen sich die Kolben radial auf die Achse der Antriebswelle zu, um Kraftstoff in die Zylinderräume zu saugen. Die Saughubbewegung der Kolben wird durch Federn 12 erreicht, die gegen die Platten 11 vorgespannt sind.

Der Pfeil 13 in Fig. 1 ist auf die kritische Verschleißfläche zwischen der Platte 11 und der Abflachung 4 des Polygonrings 3 gerichtet. Im Betrieb der Radialkolbenpumpe bewegt sich die Abflachung 4 des Polygonrings 5 in Richtung der strichpunktiierten Linie A-A an der von dem Kolben 7 abgewandten Oberfläche der Platte 11 vorbei. Im Förderhub wird der in dem Zylinder-
raum 9 enthaltene Kraftstoff mit Hochdruck beaufschlagt. Infolge des Hochdrucks, der über den Kolben 7 auf die Platte 11 übertragen wird, treten in der kritischen Verschleißfläche 13 sehr große Reibungskräfte auf.

In der in Fig. 2 dargestellten Schnittansicht A-A sind mehrere Schmiernuten 21, 22 gezeigt. Die Schmiernuten 21, 22 beginnen jeweils an einer Kante 23, 24 der Abflachung 4 des Polygonrings 3.

Durch zwei gestrichelte Kreise 25, deren Mittelpunkte in einem Abstand H voneinander entfernt angeordnet sind, ist die Kontaktfläche zwischen dem Kolben 10 und der Abflachung 4 angedeutet. Wie man in Fig. 2 sieht, endet die Nut 21 da, wo die Kontaktfläche Kolben/Abflachung endet. Die Schmiernut 22 beginnt an der gegenüberliegenden Kante 23 und erstreckt sich ebenfalls über die gesamte Kontaktfläche Kolben/Abflachung. Die Schmiernuten können je nach Applikation in x- oder y-Richtung orientiert sein (Fig. 2 beispielsweise x-Richtung).

Die Länge der Schmiernuten L_{Nut} ist abhängig von dem Mittenabstand Y_{Nut} , dem Kolbenplattenradius R, der Länge L_1 der Abflachung und dem Gesamthub H. Dabei kommt es darauf an, dass das Ende der jeweiligen Schmiernut 21, 22 im Bereich der Endlage der Kolbenfußplatte 11 liegt. Quantitativ soll die Länge der Schmiernuten L_{Nut} etwa das 0,75 bis 1,25-fache des Endlagenabstandes L_{KP} betragen.

In der in Fig. 3 dargestellten Schnittansicht B-B sieht man eine Schmiernut 30 mit einem rechteckförmigen Querschnitt. Das Breiten/Tiefen-Verhältnis $B_{\text{Nut}}/T_{\text{Nut}}$ liegt vorzugsweise im Bereich von 0,05 bis 20. Die Tiefe T_{Nut} der Schmiernuten liegt zwischen 1 und 100 μm . Wie man in den Darstellungen der Fig. 4 und 5 sieht, können die Schmiernu-

ten auch einen ellipsenförmigen Querschnitt 40 (s. Fig. 4) oder einen trapezförmigen Querschnitt 50 (s. Fig. 5) aufweisen. Darüber hinaus sind entsprechend abgewandelte Formen möglich.

Wie man den Schnittansichten C-C der Fig. 6 bis 10 entnehmen kann, können unterschiedliche Schmiernuttiefenverläufe realisiert werden. In Fig. 6 ist eine Schmiernut 60 mit einer konstanten Schmiernuttiefe dargestellt.

In Fig. 7 ist eine keilförmige Nut 70 gezeigt, deren Tiefe von der Kante 71 der Abflachung linear abnimmt. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Schmierwirkung zwischen den Reibpartnern erhöht wird.

Als Alternative dazu sind in den Fig. 8 und 9 Schmiernuten 80 und 90 dargestellt, deren Tiefen jeweils von der Kante 81, 91 der Abflachung progressiv bzw. degressiv abnehmen.

In Fig. 10 ist eine Schmiernut 100 dargestellt, deren Tiefe ellipsenförmig verläuft. Dadurch wird die Schmierwirkung verbessert.

Wie in den Fig. 11 bis 13 dargestellt ist, kann die Verteilung der Schmiernuten auf der jeweiligen Abflachung in Y-Richtung variieren. In Fig. 11 sind die Schmiernuten äquidistant, in Fig. 12 nach innen verdichtet und in Fig. 13 nach außen verdichtet angeordnet. Aufgrund der hohen Flächenpressung im Zentrum der Abflachung ist die äquidistante (Fig. 11) bzw. die nach außen verdichtete Verteilung (Fig. 13) bevorzugt anzuwenden.

Die Anzahl der Schmiernuten wird derart gewählt, dass die Summe der Schmiernutflächen in der X/Y-Ebene (Fig. 2) $\leq 30\%$ der gesamten Oberfläche der Abflachung beträgt.

Patentansprüche

1. Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Pumpengehäuse (1) gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt (2) aufweist, auf dem ein Polygonring (3) gleitend gelagert ist, dessen von dem exzentrischen Wellenabschnitt abgewandte Oberfläche vorzugsweise mehrere Abflachungen (4, 5, 6) aufweist, an denen jeweils ein bezüglich der Antriebswelle radial angeordneter Kolben (7) mit seinem plattenförmigen Fuß (11) anliegt, wobei der Kolben (7) durch Drehen der Antriebswelle in einer jeweiligen Elementbohrung (8) in radialer Richtung hin- und herbewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Abflachungen (4, 5, 6) Schmiernuten (20, 21; 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100) ausgebildet sind.
2. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (20, 21; 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100) parallel oder senkrecht zu der Richtung der Bewegung der jeweiligen Abflachung (4, 5, 6) relativ zu dem zugehörigen Kolben (7) angeordnet sind.
3. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (20, 21) von einer Kante (23, 24) der jeweiligen Abflachung ausgehen und sich über die Kontaktfläche Kolben/Abflachung erstrecken.
4. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (20, 21) abwechselnd von gegenüberliegenden Kanten (23, 24) der jeweiligen Abflachung ausgehen und sich über die Kontaktfläche Kolben/Abflachung erstrecken.
5. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (30) einen rechteckförmigen Querschnitt

aufweisen.

6. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (40) einen halbellipsenförmigen Querschnitt aufweisen.

5

6. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (50) einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen.

7. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (60) eine konstante Tiefe aufweisen.

10

8. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (70) eine von der Kante der Abflachung linear abnehmende Tiefe aufweisen.

15

9. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten (80, 90) eine von der Kante der Abflachung progressiv oder degressiv abnehmende Tiefe aufweisen.

10. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe der Schmiernuten (100) halbellipsenförmig von der Kante der Abflachung zunimmt und zu dem Ende der Schmiernut abnimmt.

20

11. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten äquidistant auf der jeweiligen Abflachung verteilt sind.

25

12. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten so auf der jeweiligen Abflachung verteilt sind, dass in der Mitte der Abflachung weniger Schmiernuten angeordnet sind.

30

13. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten so auf der jeweiligen Abflachung verteilt sind, dass in der Mitte der Abflachung mehr Schmiernuten angeordnet sind.

35

14. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiernuten maximal 30% der jeweiligen Abflachung einnehmen.

40

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

45

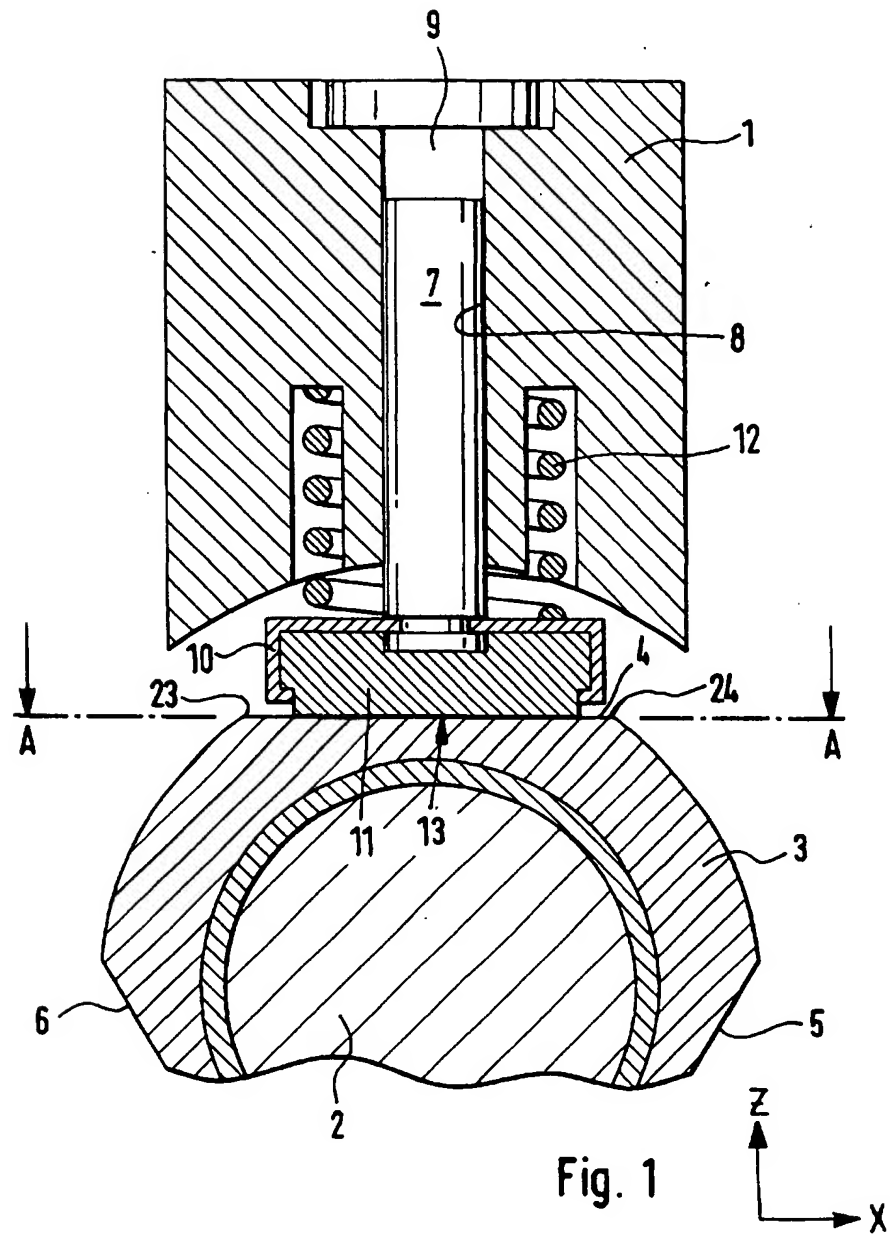
50

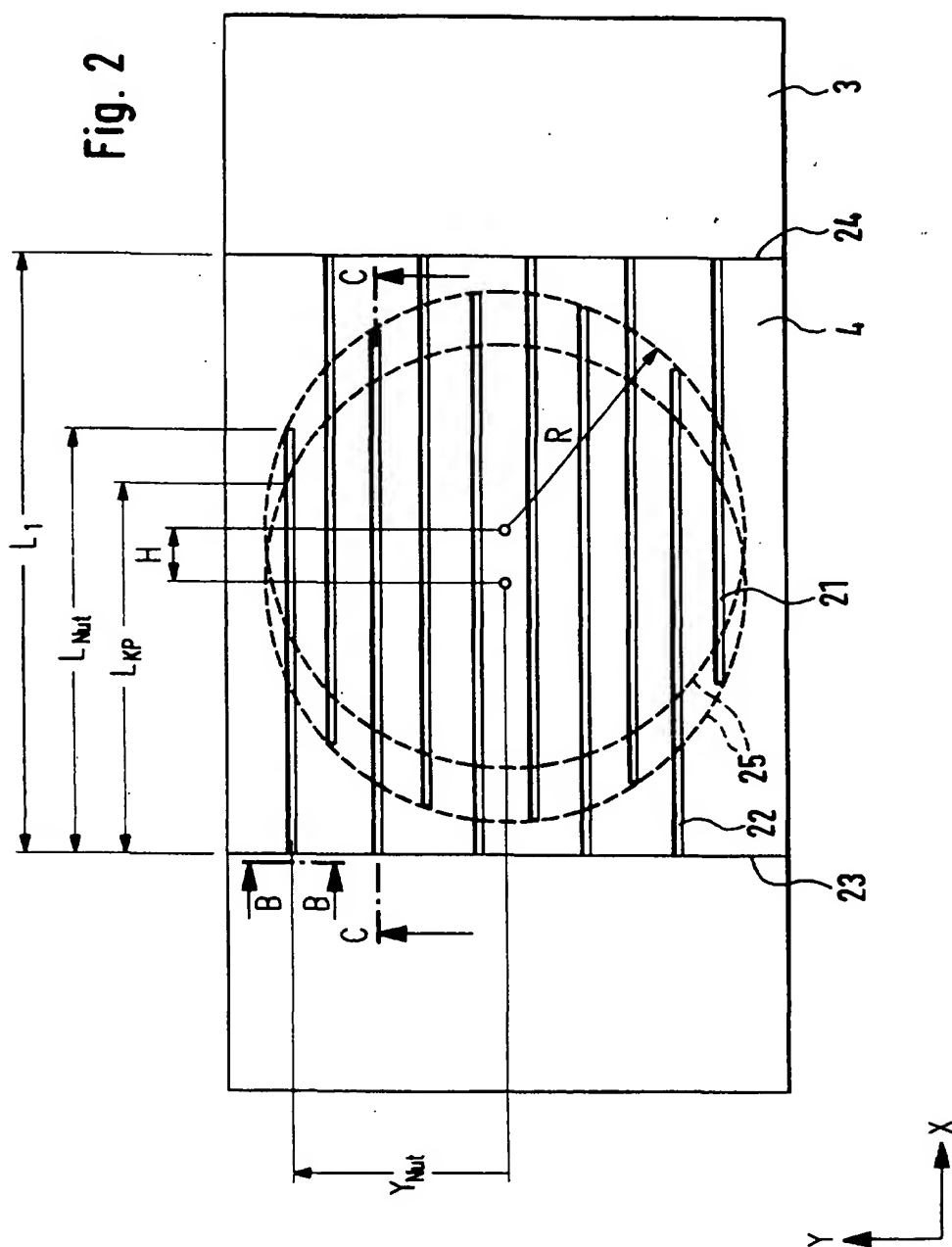
55

60

65

- Leerseite -





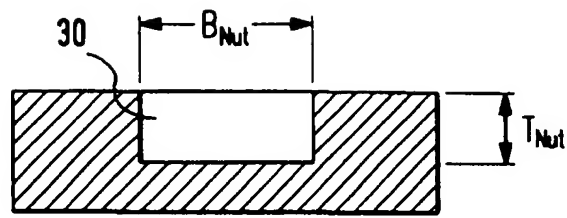


Fig. 3

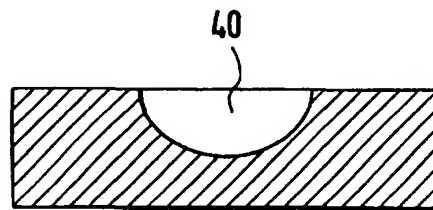


Fig. 4

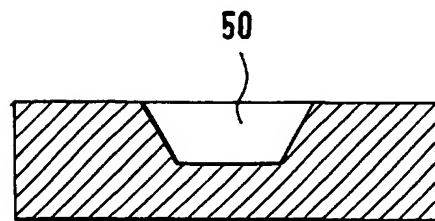


Fig. 5

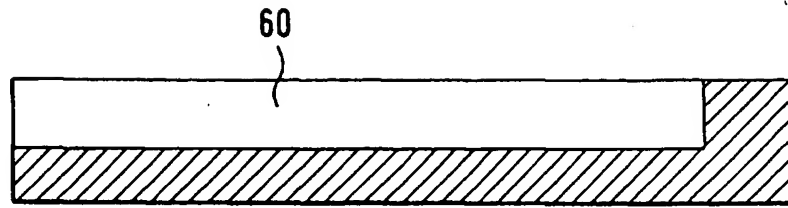


Fig. 6

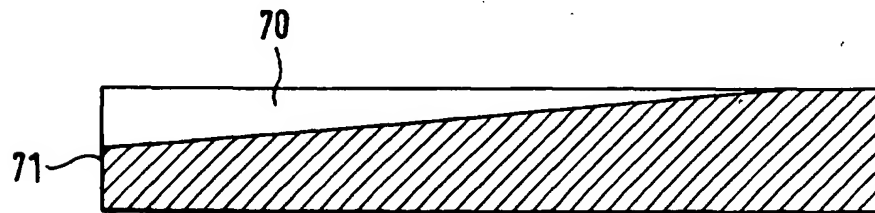


Fig. 7

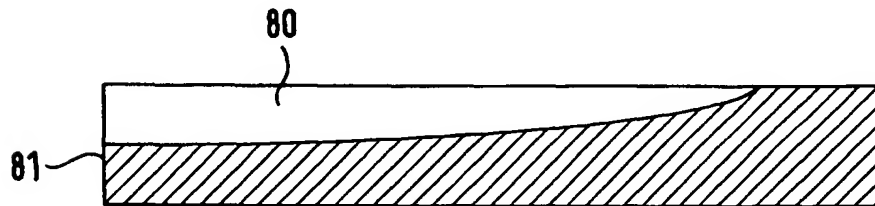


Fig. 8

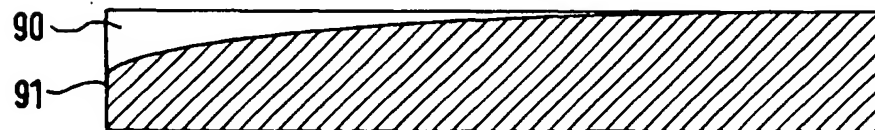


Fig. 9

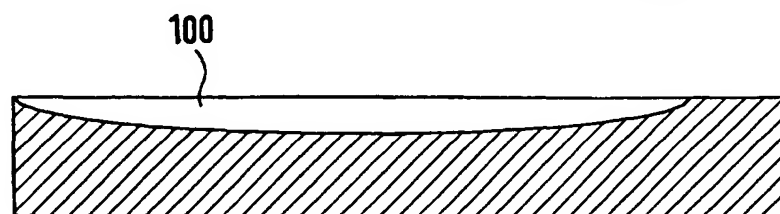


Fig. 10



Fig. 13



Fig. 12

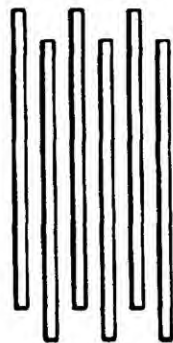


Fig. 11



PUB-NO: DE019836901A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: **DE 19836901 A1**

TITLE: **Radial piston pump** to produce fuel at high pressure in fuel injection systems of internal combustion engines has lubricating **grooves** formed in flats in polygonal **ring** on eccentric shaft section

PUBN-DATE: February 24, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MEYER, KLAUS	DE
SCHWARZ, THOMAS	DE
HUEBEL, MICHAEL	DE
REHBEIN, PETER	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BOSCH GMBH ROBERT	DE

APPL-NO: DE19836901

APPL-DATE: August 14, 1998

PRIORITY-DATA: DE19836901A (August 14, 1998)

INT-CL (IPC): F04B001/04, F04B001/00 , F04B053/18

EUR-CL (EPC): F04B001/04

ABSTRACT:

Lubricating **grooves** are formed in the flats(4-6) in the polygonal **ring**(3) on the eccentric shaft section(2), and are located parallel or perpendicular to the direction of movement of the respective flat in relation to the corresponding **piston**(7). The lubricating **grooves** originate from one edge(23,24) of the respective flat and extend over the contact face of the **piston** and flat, or may originate alternately from opposite edges. The cross section of the lubricating **grooves** may be rectangular, semi-elliptical or trapezoidal.